

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-023934

(43)Date of publication of application : 27.01.1995

(51)Int.Cl. A61B 5/11
A61B 5/00
G06T 1/00

(21)Application number : 05-195618

(71)Applicant : AGENCY OF IND SCIENCE & TECHNOL

(22)Date of filing : 14.07.1993

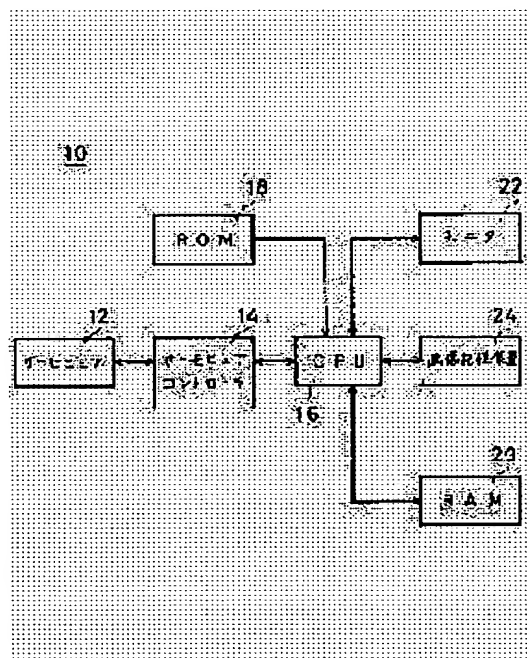
(72)Inventor : HIRONO YUTAKA
KAWADA HIROSHI

(54) FACE DIRECTION DISCRIMINATION DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To recognize a direction of a face in a wide range and correctly by comparing a face range width and a hair range width with preliminarily memorized data, selecting the optimum parameter set, and detecting a rotation angle of the face based on a specified ratio determined by a measuring means.

CONSTITUTION: A thermo-viewer 12 to measure infrared ray radiated from a person's face as image data is provided, and the obtained image data are supplied to a CPU 16 through a thermo-viewer controller 14. A ratio of a face range width W and a left hair range L of a subject person, its relation with a face rotation angle θ , and a relation between a ratio of the left hair range L and a right hair range width R and the face rotation angle θ are stored as a model, and a RAM 20 is provided in which this model is stored for each parameter set comprising a measured height, a face exposed angle ψ and a hair thickness β as parameters. The optimum parameter set is selected based on the data W , L , R measured by the thermo-viewer 12, and the face rotation angle θ is determined by referring to the model.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.07.1993

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2569420

[Date of registration] 24.10.1996

Best Available Copy

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-23934

(43)公開日 平成7年(1995)1月27日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
A 6 1 B 5/11				
5/00	1 0 1 E	9163-4C		
G 0 6 T 1/00		8825-4C	A 6 1 B 5/ 10	3 1 0 Z
		9287-5L	G 0 6 F 15/ 62	3 8 0
審査請求 有 請求項の数2 F D (全 10 頁)				

(21)出願番号 特願平5-195618

(22)出願日 平成5年(1993)7月14日

(71)出願人 000001144

工業技術院長

東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

(72)発明者 広野 豊

大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋
電機株式会社内

(72)発明者 河田 宏

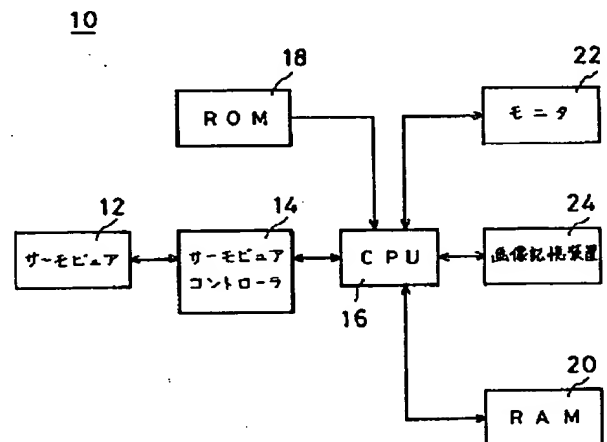
大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋
電機株式会社内

(54)【発明の名称】 顔方向判別装置

(57)【要約】

【構成】 被測定者の顔領域幅Wと左頭髮領域幅Lとの比率 (L/W) と顔の回転角 θ との対応関係、および左頭髮領域幅Lと右頭髮領域幅Rとの比率 (L/R) と顔の回転角 θ との対応関係をモデルとして、RAM20に記憶する。このモデルを、測定高さ、顔の露出角 ϕ および髪の厚み β をパラメータとするパラメータセット毎にRAM20に記憶する。サーモビュア12で被測定者について幅W、LおよびRを測定し、最適なパラメータセットを選択する。測定した幅W、LおよびRから、比率 L/W と L/R とをCPU16によって求め、RAM20のモデルを参照して顔の回転角 θ を求める。

【効果】 顔方向をより広範囲に判別できる顔方向判別装置が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 髪形に応じて決定される測定高さ、顔の露出角および髪の厚みを含む複数のパラメータセット、前記パラメータセット毎の顔領域幅と頭髮領域幅との第1データならびに前記パラメータセット毎の頭髮領域幅および顔領域幅の比率と顔の回転角との対応関係を含む第1モデルを記憶する記憶手段、

人物の赤外画像から頭髮領域幅および顔領域幅を測定してその第1比率を求める測定手段、

前記測定手段によって測定された顔領域幅および頭髮領域幅を前記記憶手段の前記第1データと比較することによって最適なパラメータセットを選択する選択手段、および前記最適なパラメータセットの前記第1モデルを参照して前記第1比率から顔の回転角を検出する検出手段を備える、顔方向判別装置。

【請求項2】 前記頭髮領域幅は左頭髮領域幅および右頭髮領域幅を含み、

前記記憶手段には前記パラメータセット毎の左頭髮領域幅および右頭髮領域幅の比率と顔の回転角との対応関係を含む第2モデルが記憶され、

前記測定手段によって左頭髮領域幅および右頭髮領域幅の第2比率が求められ、

前記検出手段はさらに前記第2モデルと前記第2比率との比較結果を考慮して顔の回転角を検出する、請求項1記載の顔方向判別装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は顔方向判別装置に関し、特にたとえば非接触で顔面上の特定の計測部位の皮膚表面温度を検知する装置などに用いられる、顔方向判別装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 顔の向きを認識する第1の従来技術としては、1991年電子情報通信学会春季全国大会論文p7-308のD-596「特定方向を向く人物像の実時間抽出」に記載されたものがある。この第1の従来技術では、顔を白黒カメラで撮影して、その画像データを2値化し、目、鼻および口を含む1つの領域の重心と頭部輪郭の重心との距離で、顔が正面を向いている人物を見つける。

【0003】 第2の従来技術としては、電子情報通信学会論文誌D-II Vol. J72-D-II No. 9 pp. 1441-1447 (1989年9月)の「単眼視画像による顔の向き検出法の指示入力への応用」に記載されたものがある。この第2の従来技術では、顔を3個の特徴的な点で構成される三角形としてモデル化し、各3点間の距離を既知情報として与え、これら3点の単眼視画像への投影から3点の3次元位置を求め、この三角形の重心位置と法線方向とを3次元空間中での顔の向きとして検出する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 これらの従来技術では、いずれも、顔の向きの変化範囲が正面から±20〜30°程度なら顔の向きを識別できるが、顔面上の特定部位の皮膚表面温度を非接触で計測する装置では、顔が真横を向いている場合でもその状態を正確に追尾して認識できなければならない。したがって、上述の第1および第2のいずれの従来技術も、このような目的のためには用いることができなかった。

10 【0005】 それゆえに、この発明の主たる目的は、全く新しい考え方で顔の向きを広範囲にかつ正確に認識できる、顔方向判別装置を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】 この発明は、髪形に応じて決定される測定高さ、顔の露出角および髪の厚みを含む複数のパラメータセット、パラメータセット毎の顔領域幅と頭髮領域幅との第1データならびにパラメータセット毎の頭髮領域幅および顔領域幅の比率と顔の回転角との対応関係を含む第1モデルを記憶する記憶手段、人物の赤外画像から頭髮領域幅および顔領域幅を測定してその第1比率を求める測定手段、測定手段によって測定された顔領域幅および頭髮領域幅を記憶手段の第1データと比較することによって最適なパラメータセットを選択する選択手段、および最適なパラメータセットの第1モデルを参照して第1比率から顔の回転角を検出する検出手段を備える、顔方向判別装置である。

【0007】

【作用】 選択手段で、測定手段によって求められた顔領域幅および頭髮領域幅と記憶手段に記憶される第1データとを比較して複数のパラメータセットの中から最適なパラメータセットを選択する。そして、最適なパラメータセットの第1モデルを参照して、測定手段によって求められた第1比率から検出手段で顔の回転角を検出する。すなわち、第1比率に対応する顔の回転角を第1モデルの中から選び、その顔の回転角を被測定者の顔の回転角とする。また、第2モデルが記憶手段に記憶された場合には、測定手段によって測定された第2比率と第2モデルとを検出手段で比較することで、さらに精度よく顔の回転角がわかる。

40 【0008】

【発明の効果】 この発明によれば、顔領域幅および頭髮領域幅と顔の回転角との対応関係を利用することによって、より広範囲に顔方向を検出することができる。また、複数のパラメータセットを用いることによって、顔方向判別がより正確となる。したがって、非接触温度計測装置等に適用可能な顔方向判別装置が得られる。

【0009】 この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の実施例の詳細な説明から一層明らかとなろう。

50 【0010】

【実施例】図1を参照して、この実施例の顔方向判別装置10はサーモビュア12を含む。サーモビュア12は、人物の顔から放射される赤外線を画像データとして測定する。サーモビュア12は、サーモビュアコントローラ14によって制御される。そして、サーモビュア12から得られた画像データは、サーモビュアコントローラ14によって、たとえば0.1秒毎にCPU16に供給される。CPU16には、ROM18、RAM20、モニタ22、およびモニタ22に画像表示するためのたとえばビットマップ式の画像記憶装置24が接続される。

【0011】このように構成される顔方向判別装置10において注目すべきは、図2に示すように作成された頭部モデルを利用することである。この頭部モデルによって、顔領域幅W、左頭髮領域幅Lおよび右頭髮領域幅Rと、顔の回転角 θ との関係が求められる。図2に示す頭部モデルは、頭部の任意の高さにおける水平方向断面を示している。頭部断面形状は、短径/2を1、長径/2を α とする楕円の周囲に、厚さ β の頭髮が、顔の露出角

(頭部水平方向断面における髪の毛以外の顔の部分的角度で表現したもの) ϕ を除く範囲で存在するものとする。また、赤外面像の場合には、測定方向が赤外線の放射面の法線方向からずれるに従って見掛け上の放射率が低下するため、あたかも温度が変化したようになり正確に温度が測定できなくなる。そのため、形状により測定温度が低下する領域(形状放射率の影響領域)を考慮する必要がある。この頭部モデルでは、赤外線の投影角度すなわち顔領域の接線角(接線aとX軸との角度)が臨界角 ϕ (たとえば 60°)を超えた場合には顔領域ではなく頭髮領域の温度帯に含まれると仮定した。また、hは髪の毛の厚みを考慮しない頭髮領域幅、kは形状放射率の影響領域幅、t1およびt2は髪の毛の厚み分の幅を示す。

【0012】以上より、顔を右に θ 回転した際の顔領域幅W、左頭髮領域幅Lおよび右頭髮領域幅Rは数1によって表される。

【0013】

【数1】

$$W = 2 \sqrt{\cos^2 \theta + \alpha^2 \sin^2 \theta}, \quad L = h + t_1, \quad R = k + t_2$$

$$h = \frac{W}{2} - r \sin \left[\frac{\phi}{2} - \theta \right], \quad t_1 = t \sin \left[\frac{\phi}{2} - \theta \right] - \frac{W}{2}$$

$$k = r \sin \left[\frac{\phi}{2} + \theta \right] - m, \quad t_2 = t \sin \left[\frac{\phi}{2} + \theta \right] - \frac{W}{2}$$

$$\alpha = \frac{\text{長径}}{\text{短径}}, \quad \beta = \frac{\text{髪の毛の厚さ}}{\text{短径}/2}$$

ただし

$$r = \frac{\alpha}{\sqrt{\alpha^2 \sin^2 \frac{\phi}{2} + \cos^2 \frac{\phi}{2}}}$$

$$m = \frac{\alpha^2 \sin \theta + \cos \theta \cdot \tan(\phi - \theta)}{\sqrt{\alpha^2 + \tan^2(\phi - \theta)}}$$

$$t = \frac{(\alpha + \beta) \cdot (1 + \beta)}{\sqrt{(\alpha + \beta)^2 \sin^2 \frac{\phi}{2} + (1 + \beta)^2 \cos^2 \frac{\phi}{2}}}$$

とする

数1は、サーモビュアコントローラ14からの画像データに基づいて顔方向の判別処理を行うための以下に述べるようなプログラムとともに、ROM18に記憶される。この数1によって、顔の任意の回転角 θ と顔の領域幅W、左頭髮領域幅Lおよび右頭髮領域幅Rとの対応関係が明らかになる。したがって、顔領域幅Wと左頭髮領域幅Lとの比率 L/W および左頭髮領域幅Lと右頭髮領域幅Rとの比率 R/L と顔の回転角 θ とのそれぞれの対応関係も求められ、この対応関係がモデルとしてRAM20に格納される。このモデルを参照することによって、以下のようにして求められた比率 L/W および R/L から、被測定者の顔の回転角 θ が求められる。

【0014】被測定者について、画像処理によって比率 L/W および比率 R/L を求めるには、まず、たとえば椅子に座らせた被測定者をサーモビュア12に対して、 $0 \sim 90^\circ$ の範囲で椅子ごと回転させる。そして、サーモビュア12によって、 1° 毎に得られた顔の赤外面像をサンプルとする。このように赤外面像が用いられるのは、背景からの人物抽出や皮膚領域と頭髮領域との分割処理を、少ない処理プロセスで行うことができるからである。

【0015】そして、赤外面像から頭髮領域と顔領域とを領域分割するためには、頭髮温度帯と皮膚温度帯との閾値を決定する必要がある。この閾値を決定するには、まず、 $32 \sim 38^\circ\text{C}$ 程度の温度領域であるか否かによって2値化処理を行い、大まかな頭部位置が求められる。そして、頭部を横切る水平ラインの温度ヒストグラムに従って、閾値は決定される。顔の温度と環境温度とは、頭髮領域の温度分布に比べて均一であるため、温度ヒストグラムには図3に示すように2つの明瞭なピークが現れ、その間に頭髮領域の温度帯が分布する。顔の各回転角毎の赤外面像について、頭髮温度帯による閾値処理を行った結果を図4に示す。

【0016】そして、図5に示すように、水平方向に延びた長方形のウィンドウを用いて頭髮画像を抽出し、各頭髮温度帯および皮膚温度帯で閾値処理した後、膨張・収縮、ラベリングおよびソート等の処理を経て得られた領域の面積から、左頭髮領域幅Lおよび右頭髮領域幅Rが求められる。得られた結果から、比率 L/W および比率 R/L が求められる。なお、比率 R/L は、比率 L/W の変化が少ない低角度領域での顔の回転角検出の信頼性を増すために用いられる。

【0017】ここで、具体例を挙げて、モデルの精度を説明する。「楕円の長径/短径」 $\alpha = 1.1$ 、頭髮の厚さ $\beta = 5\%$ 、顔の露出角 $\phi = 120^\circ$ 、頭頂からの測定高さを「5」として、数1を用いて比率 L/W および比率 R/L と顔の回転角とのそれぞれの対応関係を示すモデルを生成する。なお、 α の値は、髪形も含めた頭部形状の、幅（短径）：奥行き（長径）比を実測して得られた平均的な値を採用している。また、顔の露出角 ϕ は、

こめかみのラインで測定するとほぼ 120° であるが、髪が顔面に被さった場合には多少狭くなる。測定高さについては後述する。

【0018】このように特定人に対して、測定高さ、顔の露出角 ϕ および頭髮の厚さ β を最適化して求めたモデルと実測値（比率 L/W および比率 R/L と顔の回転角 θ との対応関係についての）とを比較した結果を図6に示す。図6より、モデルと実測値とはよく対応しており、モデルは精度よくかつ妥当であることがわかる。ただし、モデルを参照して、頭部画像の計測結果から顔の回転角 θ を求める場合には、基本的には、比率 L/W と顔の回転角 θ との対応関係に従えばよいが、顔の回転角 θ が $0 \sim 40^\circ$ の低角度領域すなわち回転角 θ に対する比率 L/W の変位が小さい領域では、モデルと実測値との誤差が大きくなる場合があるため、補助的に比率 R/L と顔の回転角 θ との対応関係をも用いる。このように比率 L/W の値によって、比率 L/W を用いるのか、比率 R/L をも用いるのかが決まる。

【0019】また、図7に、顔の各回転角におけるモデルと実測値との角度誤差を示す。顔の回転角 θ が $0 \sim 40^\circ$ の領域には比率 R/L による角度誤差の値が示され、顔の回転角 θ が $40 \sim 90^\circ$ の領域には比率 L/W による角度誤差の値が示される。角度誤差は、顔の回転角 θ が $20 \sim 60^\circ$ の場合には 2° 以下であり、他の回転角領域でも 10° 以下に収まっている。すなわち、このモデルを用いれば、 $0 \sim 90^\circ$ の任意の角度において最大誤差 10° 以下で顔の向きを判別できる。

【0020】しかし、上述のモデルでは、特定人にしか適用できない。それは以下の理由による。まず、測定高さは、最も安定的に認識できる部位、たとえばこめかみの部分であるが、ここで確実に認識できるのは、「短髪かつ刈上げていない男性」に限られ、女性などはこの部分が隠れてしまっているため、こめかみ部分は見えない。したがって、この測定高さを変える必要がある。

【0021】また、顔の露出角 ϕ については、「刈上げ」の場合には、刈上げた部分は皮膚領域であるとみなされるので、顔の露出角 ϕ を大きくする必要がある。さらに、人物によって髪の厚みがモデルと合わないことがあるため、適宜髪の厚み β を変える必要がある。これらの理由から、モデルに一義的なパラメータを与えるだけでは、求められる顔の回転角 θ は人物によって不正確になってしまう。

【0022】そこで、髪形に応じて、最適な測定高さ、顔の露出角 ϕ および髪の厚み β を決定し、これらをパラメータセットにして、たとえば複数の測定高さの顔領域幅W、右頭髮領域幅Rおよび左頭髮領域幅Lから最適なパラメータセットを選択する。これらのパラメータセットならびに顔領域幅W、右頭髮領域幅Rおよび左頭髮領域幅Lは、RAM20に記憶される。また、各パラメータセットについて、比率 L/W および比率 R/L と顔の

回転角 θ とのそれぞれの対応関係を含むモデルもRAM 20に記憶される。

【0023】具体的にはパラメータセットは、たとえば以下のように6種類準備される。①「短髪（耳が出ている）かつ刈上げなし」、②「短髪（耳が出ている）刈上げあり」、③「耳が隠れている長髪」の各場合について、たとえば $\theta = 60^\circ$ を境にして各2セットずつ準備する。たとえば、①～③のそれぞれについて、正面および真横における顔領域幅W、顔領域幅Wと右頭髮領域幅Rとの差（ $W-R$ ）および左頭髮領域幅Lの合計6パターンのデータをRAM20に記憶する。

【0024】すなわち、まず、図8に示すように人物の頭頂から首の根元付近までを20等分して、各頭部水平断面における顔領域幅W、左頭髮領域幅Lおよび右頭髮領域幅Rを測定し、図9ないし図14に示すようなグラフを生成する。図9ないし図14における横軸は、それぞれ頭部水平断面の位置すなわち測定高さを20の領域によって示しており、「1」は頭頂の領域を示し、「20」は首の根元付近の領域を示し、1から20に向かうに従って、頭頂から首の根元付近に向かっていく（図8参照）。また、図9ないし図14における縦軸は、顔領域幅や頭髮領域幅の大きさの程度を示す。さらに、図9ないし図14に示すグラフにおいて、実線は顔領域幅Wを示し、2点鎖線は顔領域幅と右頭髮領域幅との差（ $W-R$ ）を示し、破線は左頭髮領域幅Lを示す。このように、W、（ $W-R$ ）、Lを20の位置についてプロットしていき、各プロット点の位置データとしてRAM20に記憶させる。すなわち、Wは顔の輪郭線、（ $W-R$ ）およびLは顔と髪との境界線を形成する。

【0025】また、図9に、「短髪かつ刈上げなし」の男性について、顔の回転角が 0° （正面を向いている）パターンを示し、図10に、「短髪かつ刈上げなし」の男性について、顔の回転角が 90° （真横を向いている）パターンを示す。図11に、「短髪かつ刈上げあり」の男性について、顔の回転角が 0° のパターンを示し、図12に、「短髪かつ刈上げあり」の男性について、顔の回転角が 90° のパターンを示す。図13に、「長髪」の女性について、顔の回転角が 0° のパターンを示し、図14に、「長髪」の女性について、顔の回転角が 90° のパターンを示す。図9、図11および図13は、顔の回転角が主に低角度領域の場合に用いられ、図10、図12および図14は、顔の回転角が主に高角度領域の場合に用いられる。

【0026】これらの6種類のパターンについてパラメータセットの測定高さ、顔の露出角 ϕ および髪の厚み β を最適に決定しておく。そして、数1によって求めた比率 L/W および比率 L/R と顔の回転角 θ との対応関係をモデルとして、各パラメータセット毎にRAM20に記憶しておく。このような顔方向判別装置10は、図15に示すように動作する。

【0027】まず、図15に示すステップS1において、顔方向を判別したい人物の各頭部水平断面における顔領域幅W、左頭髮領域幅Lおよび右頭髮領域幅Rを顔の回転角に拘わらず、赤外面像から測定する。そして、その測定データから、図9ないし図14に示すものと同様なグラフを生成する。そして、ステップS3において、作成されたグラフのパターンと図9ないし図4に示す6種類のグラフのパターンとを比較し、作成されたグラフのパターンがいずれのパターンに最も近似しているかを判断する。そして、ステップS5において、最も近似しているパターンを決定し選択する。すなわち、顔方向を判別したい人物に最適なパターンが、図9ないし図14のいずれかから選択される。

【0028】そして、ステップS7において、選択したパターンに対応してパラメータが選択される。このパラメータには、最適な測定高さ、顔の露出角 ϕ および髪の厚み β が用いられ、各パターンに対して一義的に決定されている。なお、比率 L/W と比率 L/R との重み比率をパラメータの1つとして用いてもよい。この重み比率を用いることによって、人物の顔方向をより正確に判別できる。

【0029】そして、ステップS9において比率 L/W および比率 L/R を算出する。次いで、ステップS11において、RAM20に記憶されたモデルの比率 L/W および比率 L/R と顔の回転角 θ とのそれぞれの対応関係を参照して、ステップS9で算出された結果から適当な顔の回転角 θ を検出する。このように、複数のパラメータセットを準備して、最適なパラメータセットを選択する顔方向判別装置10を用いれば、以下のように不特定人に対しても精度よく汎用的に広範囲の顔方向判別ができる。

【0030】すなわち、複数のパラメータセットを用いず、特定人用のモデル（図6と同じモデル）を用いて、任意の人物の顔方向判別を行ったところ、図16のような結果となり、モデルから求めた顔の回転角 θ と実測によって求めた顔の回転角 θ とに大きなばらつきが見られた。一方、6種類のパラメータを準備して、最適なパラメータセットを選択した場合には、図17に示すように改善された。図17は、図9ないし図14に示すパターンのうち図14を選択し、図14のパラメータセット用のモデルを用いて、求めた顔の回転角 θ と実測によって求めた顔の回転角 θ とを表したグラフである。図17からわかるように、両者はほぼ近似しており、図16に比べて大幅に判別精度が改善されていることがわかる。なお、図17に示すパラメータは、顔の露出角 $\phi = 120^\circ$ 、頭頂からの測定高さ「12」、髪の厚み $\beta = 10\%$ とされる。

【0031】なお、パラメータセットは顔の輪郭等に応じて準備されてもよい。また、比率 L/W の代わりに顔領域幅Wと右頭髮領域幅Rとの比率 R/W を用い、比率

R/Lの代わりに比率L/Rを用いてもよい。さらに、RAM20に記憶するようにしたパラメータセット、各パラメータセットの幅W、R、Lおよび各パラメータセットのモデルを予め決定しておき、ROM18に記憶するようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例を示すブロック図である。

【図2】頭部モデルの概略を示す図解図である。

【図3】頭部の温度ヒストグラムを示すグラフである。

【図4】顔の各回転角の頭髮温度領域を示す図解図である。

【図5】頭髮領域幅の計測状態を示す図解図である。

【図6】モデルによる比率と顔の回転角との対応関係および実測による比率と顔の回転角との対応関係を比較した結果を示すグラフである。

【図7】図6に示す比較結果に基づいて、モデルによる顔の回転角と実測による顔の回転角との角度誤差を示すグラフである。

【図8】測定高さを示す図解図である。

【図9】短髪かつ刈上げなしの男性が正面を向いている場合の各領域幅を示すグラフである。

【図10】短髪かつ刈上げなしの男性が真横を向いている場合の各領域幅を示すグラフである。

【図11】短髪かつ刈上げありの男性が正面を向いている場合の各領域幅を示すグラフである。

【図12】短髪かつ刈上げありの男性が真横を向いている場合の各領域幅を示すグラフである。

【図13】長髪の女性が正面を向いている場合の各領域幅を示すグラフである。

【図14】長髪の女性が真横を向いている場合の各領域幅を示すグラフである。

【図15】この発明の一実施例の動作を示すフロー図である。

【図16】特定人用のモデルを用いて顔方向判別した結果を示すグラフである。

【図17】最適なパラメータセットのモデルを用いて顔方向判別した結果を示すグラフである。

【符号の説明】

10 …顔方向判別装置

12 …サーモビュア

16 …CPU

18 …ROM

20 …画像記憶装置

22 …RAM

W …顔領域幅

L …左頭髮領域幅

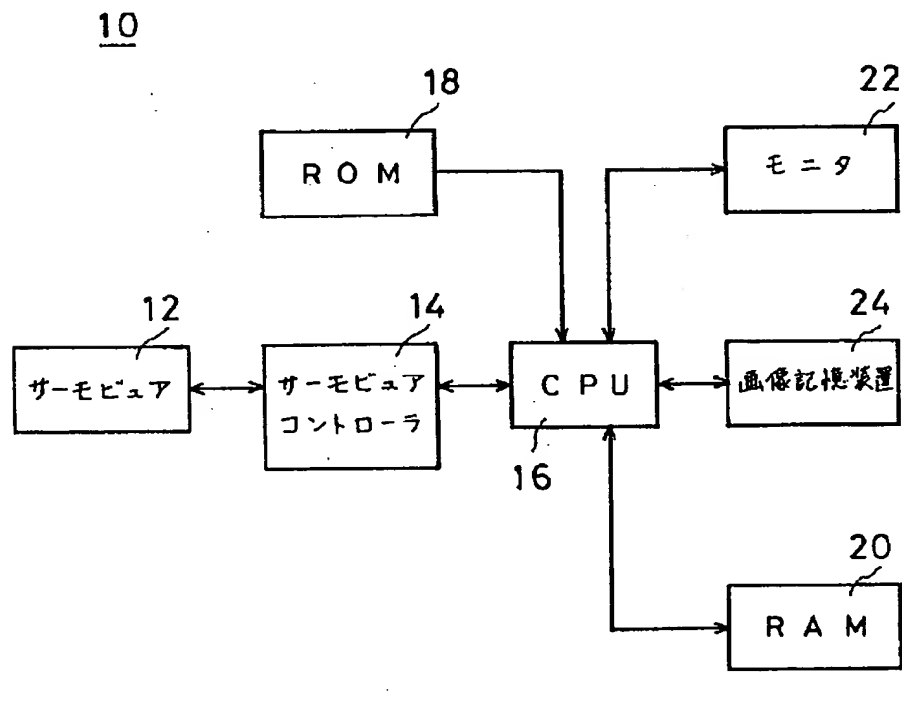
R …右頭髮領域幅

θ …顔の回転角

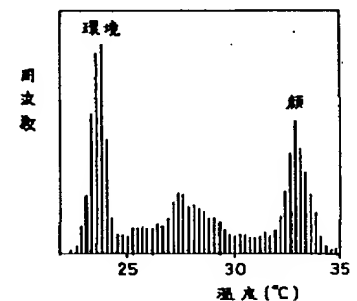
ϕ …顔の露出角

β …髪の厚み

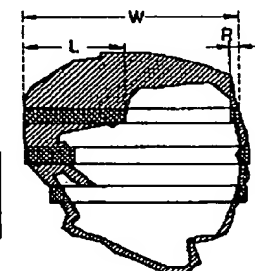
【図1】



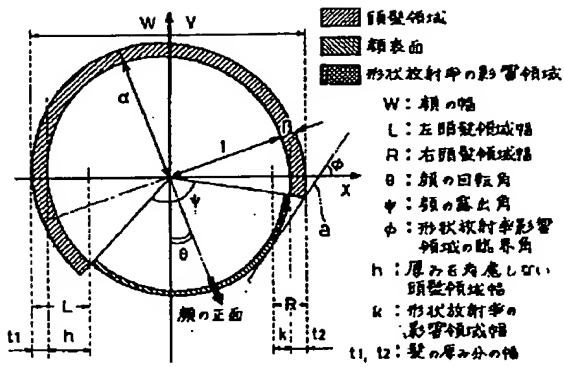
【図3】



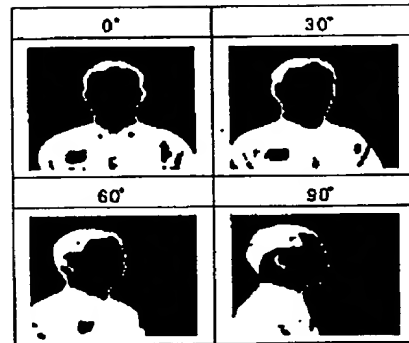
【図5】



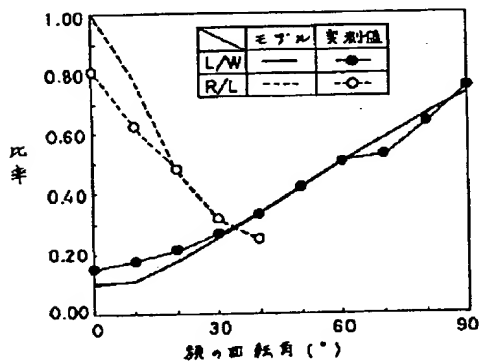
【図2】



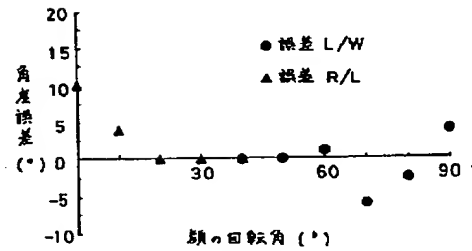
【図4】



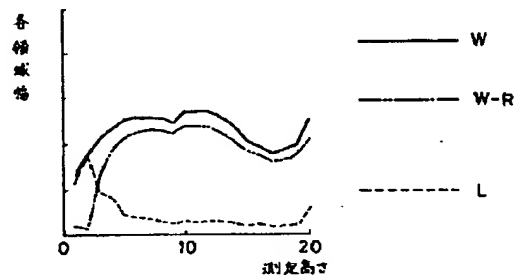
【図6】



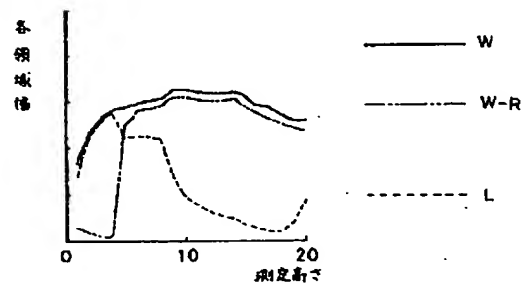
【図7】



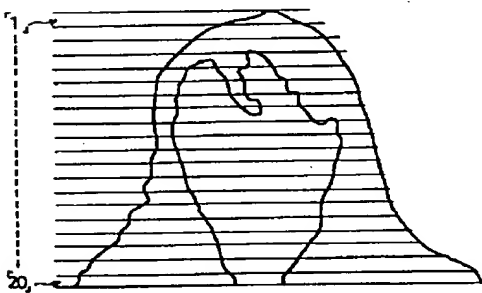
【図9】



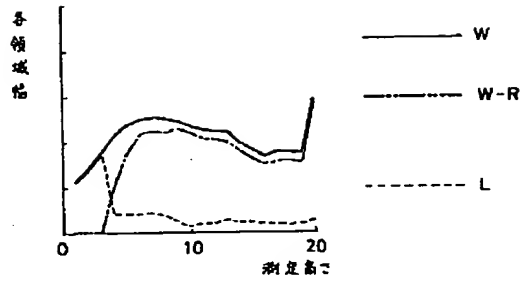
【図10】



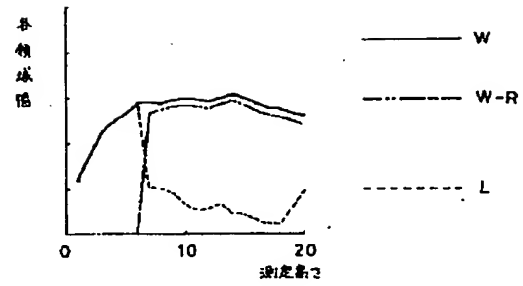
【図8】



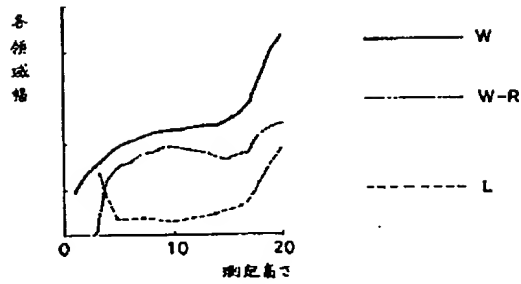
【図11】



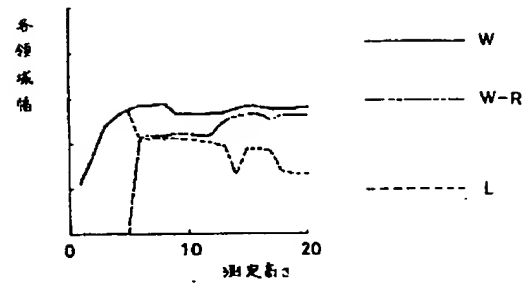
【図12】



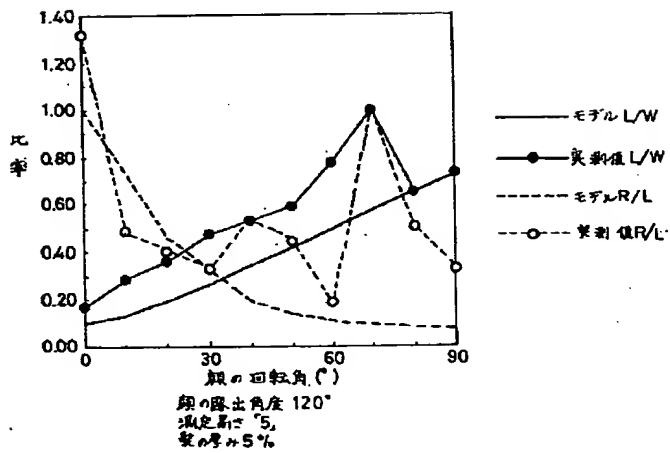
【図13】



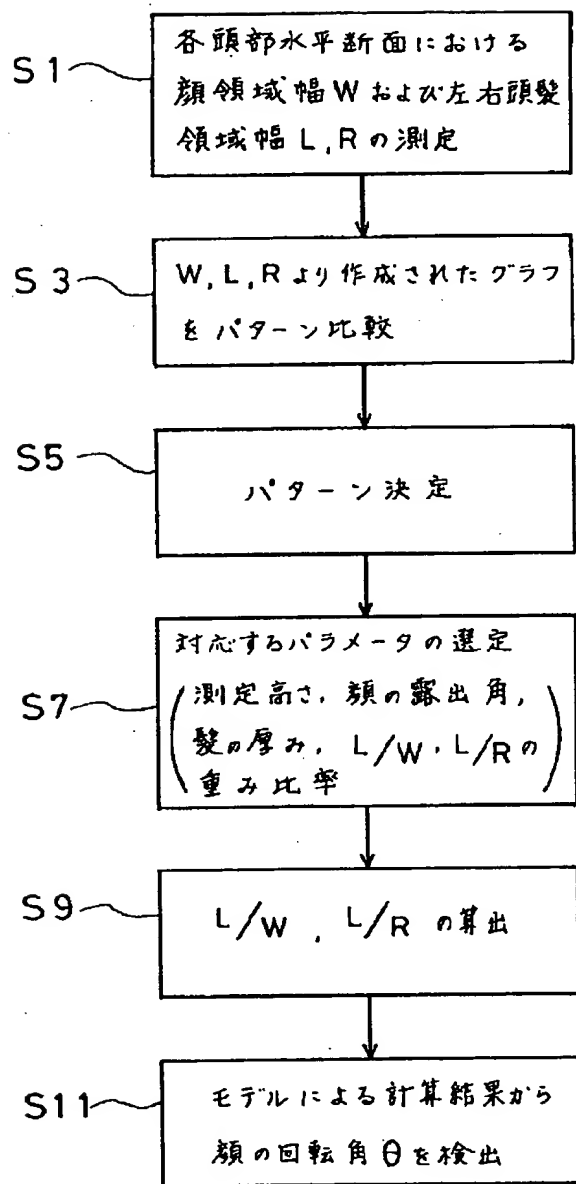
【図14】



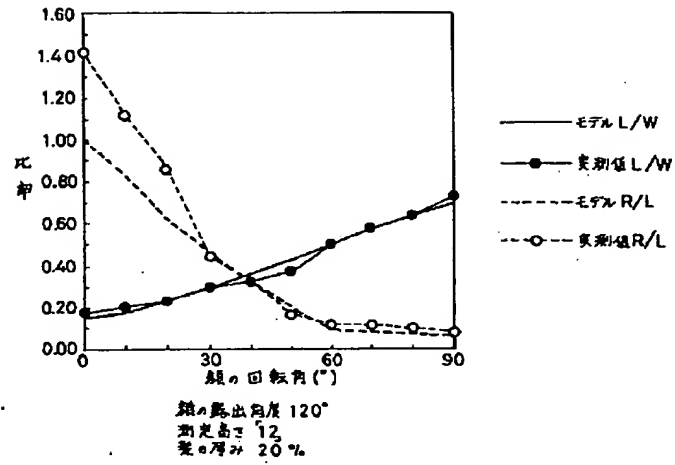
【図16】



【図15】



【図17】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.